

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Pat nt Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11007020  
PUBLICATION DATE : 12-01-99

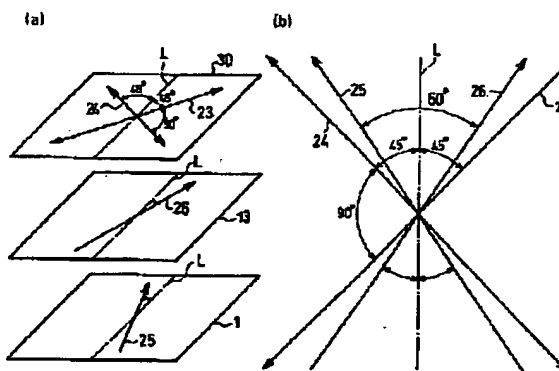
APPLICATION DATE : 17-06-97  
APPLICATION NUMBER : 09159637

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : SHIMADA SHINJI;

INT.CL. : G02F 1/1337 G02F 1/13 G02F 1/1335  
G02F 1/1335 G02F 1/1347 G02F  
1/137

TITLE : REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL  
DISPLAY DEVICE AND LIQUID  
CRYSTAL PROJECTOR DEVICE  
USING THE SAME



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reflection type liquid crystal display device hardly causing the deterioration of liquid crystal due to light, having high display characteristics capable of being used for long time and capable of obtaining a sufficient contrast ratio and to provide a liquid crystal projector device having high reliability and superior display characteristics.

SOLUTION: A liquid crystal layer is formed of liquid crystal with negative dielectric constant anisotropy, and on the opposite surfaces of two transparent substrates 1 and 13, orientated films which orient liquid crystal molecules perpendicularly to the substrate surfaces when applied with no voltage and also twist and orient the liquid crystal layer when applied with a voltage are provided. On the light incidence side, a polarizing element 3 which has its incident light polarization direction 23 and projection light detection direction 24 at right angles is so arranged that the bisector L of the angle between orientation directions 25 and 26 wherein the liquid crystal molecules of both the orientation layers are twisted and oriented and the incident light polarization direction of the polarizing element 30 is 40 to 50°.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-7020

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
 G 0 2 F 1/1337 5 0 5  
 1/13 5 0 5  
 1/1335 5 1 0  
 5 3 0  
 1/1347

F I  
 G 0 2 F 1/1337 5 0 5  
 1/13 5 0 5  
 1/1335 5 1 0  
 5 3 0  
 1/1347

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-159637

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 荻島 清志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 島田 伸二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

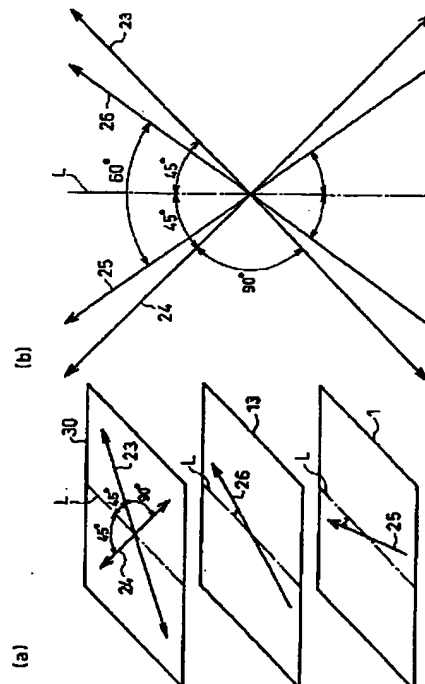
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置及びそれを用いた液晶プロジェクター装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶の光による劣化等を受け難く、長期使用可能な高信頼性を有すると共に、十分なコントラスト比が得られる高表示特性の反射型液晶表示装置を提供し、ひいては、高信頼性で優れた表示特性の液晶プロジェクター装置を提供する。

【解決手段】 液晶層が、負の誘電率異方性を有する液晶からなり、かつ、2枚の透明基板1・13の各対向面には、電圧無印加時に液晶分子を基板表面に対して垂直配向させる一方、電圧印加時に液晶層をねじれ配向させる配向膜が設けられ、さらに、光入射側に、入射光偏光方向23と出射光検光方向24とが直交した偏光素子30が、両配向層の液晶分子をねじれ配向させる各配向方向25・26の成す角の2等分線と該偏光素子30の入射光偏光方向23とが40°～50°の角度を成すように配設されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する2枚の基板間に液晶層が挟持され、該2枚の基板のうちの一方の基板に液晶層を通過した光を反射する反射手段が設けられた反射型液晶表示装置において、

上記液晶層が、負の誘電率異方性を有する液晶からなり、

かつ、上記2枚の基板の各対向面には、電圧無印加時に液晶分子を基板表面に対して垂直配向させる一方、電圧印加時に液晶分子をねじれ配向させる配向層が設けられ、

さらに、上記2枚の基板のうちの反射手段を備えていない方の基板の入射側に、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交した偏光素子が、上記両配向層の液晶分子をねじれ配向させる各配向方向の成す角の2等分線と該偏光素子の入射光偏光方向とが $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ の角度を成すように配設されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】上記2等分線と上記入射光偏光方向との成す角度が $45^{\circ}$ であることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】上記反射手段が、液晶層に電圧を印加するための電極の機能も有する反射電極として形成されていることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】上記液晶層を形成する液晶にカイラルドーパントが含有されていることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】偏光素子に偏光ビームスプリッタを用いてなる請求項1記載の反射型液晶表示装置をライトバルブとして備えていることを特徴とする液晶プロジェクター装置。

【請求項6】赤色領域光源用、緑色領域光源用、及び青色領域光源用に3枚のライトバルブが配置されていることを特徴とする請求項5記載の液晶プロジェクター装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶表示装置、及びこれをライトバルブとして用いた液晶プロジェクター装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の反射型液晶表示装置としては、液晶に2色性色素を添加した液晶を用いるGH（ゲスト・ホスト）モードや、誘電率異方性が負の液晶を用いたものがある。

【0003】GHモードとしては、例えば相転移型GH方式がある。これでは、電界によるコレステリック・ネマティック相転移現象が利用されており、誘電率異方性が正のネマティック液晶に光学活性物質を添加して得ら

れるカイラルネマチック液晶に2色性色素を添加したものを、垂直配向処理した液晶セルに封入している。

【0004】電圧無印加時、液晶及び2色性色素の各分子は、光学活性物質の作用でねじれ配向しているため、液晶層を通過する光は2色性色素によって吸収され着色する。一方、電圧印加時、液晶及び2色性色素の各分子は垂直配向となるので、液晶層を通過する光は2色性色素により吸収されることなく無色となる。ここで2色性色素を可視光領域を吸収するように混合した場合には白黒表示が得られる。

【0005】また、誘電率異方性が負の液晶を用いた反射型液晶表示装置として、例えば特開平2-236523号公報には、電圧無印加時、上下の基板間で液晶分子が $63^{\circ}$ 又は $193^{\circ}$ でねじれるように配向させた反射型液晶表示装置が開示されている。

【0006】電圧無印加時、液晶分子は基板界面では平行に配向し、上下の基板間では $63^{\circ}$ 又は $193^{\circ}$ をなすようにねじれ配向しているため、入射した直線偏光は、液晶層を通過中に楕円偏光となり、反射面ではほぼ円偏光となる。そして、反射面で位相が $180^{\circ}$ 回転して反射され、再び液晶層を通過して楕円偏光となり、入射光とは $90^{\circ}$ 偏光面が回転した直線偏光となって出射する。したがって、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交するとき、白表示となる。一方、電圧印加時は、液晶分子の誘電率の異方性のために電界方向に平行に再配列して基板表面に対して垂直に配向するので、入射光に対する複屈折の異方性が消失し、入射した直線偏光がそのまま維持されて反射する。したがって、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交するときは、黒表示となる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の反射型液晶表示装置には、以下に示すような問題がある。

【0008】即ち、GHモードを用いた上記反射型液晶表示装置においては、液晶に添加されている2色性色素にて光を吸収させることにより黒表示を行うため、直射日光の下や、液晶プロジェクター装置のライトバルブに使用される等して強い光にさらされると、光による液晶及び2色性色素の分解が起こり、長期の使用においては信頼性が低い。

【0009】一方、上記した特開平2-236523号公報に開示されているような反射型液晶表示装置では、GHモードを用いた場合のような光劣化による信頼性の問題は無いが、誘電率異方性が正の液晶を用いているので、液晶層に電圧を印加して液晶分子を電界方向に再配列させても、基板付近の液晶分子は配向膜の規制力を持て強く受けているためあまり動作せず、常に基板表面に対して平行に倒れている。このため、基板付近では複屈折の消去が完全ではなく、光抜けが発生して黒レベルが

低くなる。その結果、輝度レベルが高くともそのコントラスト比は50:1前後と低いものとなり、表示特性に問題があった。

【0010】本発明は、上記課題に鑑み成されたものであって、第1の目的は、液晶の光による劣化等を受け難く、長期使用可能な高信頼性を有すると共に、十分なコントラスト比が得られる高表示特性の反射型液晶表示装置を提供することにより、第2の目的は、高信頼性で優れた表示特性の液晶プロジェクター装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示装置は、対向する2枚の基板間に液晶層が挟持され、該2枚の基板のうちの一方の基板に液晶層を通過した光を反射する反射手段が設けられた反射型液晶表示装置において、上記液晶層が、負の誘電率異方性を有する液晶からなり、かつ、上記2枚の基板の各対向面には、電圧無印加時に液晶分子を基板表面に対して垂直配向させる一方、電圧印加時に液晶分子をねじれ配向させる配向層が設けられ、さらに、上記2枚の基板のうちの反射手段を備えていない方の基板の光入射側に、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交した偏光素子が、上記両配向層の液晶分子をねじれ配向させる各配向方向の成す角の2等分線と該偏光素子の入射光偏光方向とが $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度を成すように配設されていることを特徴としている。

【0012】これによれば、液晶層に、電圧が印加されると、液晶分子が電界とは垂直を成す方向に倒れる性質を有した、誘電率異方性が負の液晶を用いているので、電圧無印加時、液晶分子は基板表面に対して垂直配向し、電圧を印加することにより、液晶分子は2枚の基板間を連続的にねじれながら基板に対して平行になるように倒れることとなる。

【0013】したがって、電圧無印加時、液晶層には複屈折が一切発生しておらず、液晶層内に入射した直線偏光はそのまま何の偏光を受けることなく反射手段にて反射されるので、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交した偏光素子を透過することはできず、黒表示となる。このとき、液晶分子は基板付近のものも含めて総て基板に対して垂直に配向しているので、偏光素子を通過できる光は一切存在せず、光は完全に遮断されて高い黒レベルとなる。

【0014】一方、電圧印加時は液晶層に複屈折が発生し、液晶層内に入射した直線偏光は偏光を受け、偏光素子の出射光検光軸を通過するものが出てくる。このときの偏光素子を通過する光（反射光）の強度は、両配向層の液晶分子をねじれ配向させる各配向方向と偏光素子の入射光偏光方向とに密接な関係があり、反射率は、両配向方向の成す角の2等分線と該偏光素子の入射光偏光方向とが成す角度 $0^{\circ}$ から $90^{\circ}$ までの間で、 $45^{\circ}$ をビ

ークに $0\% \sim 93\%$ の間で変化する。そこで、本発明の反射型液晶表示装置では、該角度を $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ としている。これにより、効率よく反射光を得ることができ、輝度レベルを高くできる。

【0015】そしてまた、GHモードのように液晶層内で直接光を吸収することはないので、液晶層の劣化を最小限に押さえることができる。

【0016】また、本発明の反射型液晶表示装置では、上記2等分線と上記入射光偏光方向との成す角度を $45^{\circ}$ とすることが最も好ましく、これにより、輝度レベルを最も高くすることが可能となり、コントラストを最も高くできる。

【0017】また、本発明の反射型液晶表示装置では、反射手段を反射電極として形成する構成としてもよく、このような構成にすることで、反射手段が反射側基板の外側に設けられていた場合のような視差による問題を回避できると共に、反射側の基板として不透明基板を用いることもできる。また、部材の兼用により製造コストの低減も図れる。

【0018】また、本発明の反射型液晶表示装置では、上記液晶層を形成する液晶にカイラルドーパントを含有する構成としてもよく、カイラルドーパントを含有させることで、液晶分子のねじれ配向性が向上し、安定した液晶分子配向を得ることができる。

【0019】本発明の液晶プロジェクター装置は、偏光素子に偏光ビームスプリッタを用いてなる請求項1に記載の反射型液晶表示装置を、ライトバルブとして用いることを特徴としている。

【0020】液晶プロジェクター装置のライトバルブは、強い光にさらされ光による劣化が進みやすい状況下で使用されるが、請求項1に記載の反射型液晶表示装置は、光による劣化に強いので、このような反射型液晶表示装置をライトバルブとして用いた本発明の液晶プロジェクター装置は、信頼性が高く、かつ、ライトバルブが高コントラストであるので、優れた表示特性も有するものである。

【0021】また、上記本発明の液晶プロジェクター装置では、赤色領域光源用、緑色領域光源用、及び青色領域光源用に3枚のライトバルブを配置した構成としてもよく、これにより、スクリーンにフルカラーにて情報を表示できる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0023】本実施の形態に係る液晶プロジェクター装置は、図2(a)(b)に示すように、光源44、投影レンズ45、投影スクリーン46、ダイクロイックミラーシステム42、偏光ビームスプリッタ43、及び3枚のライトバルブ40R・40G・40Bを備えている。

【0024】上記偏光ビームスプリッタ43は、光源44から照射される光のP偏光成分を透過し、P偏光成分と直交する偏光成分であるS偏光成分を反射する偏光素子である。上記ダイクロイックミラーシステム42は、上記偏光ビームスプリッタ43を経て入射した光を、赤色領域成分、緑色領域成分、及び青色領域成分の光に分離して、対応する上記の3枚のライトバルブ40R・40G・40Bにそれぞれ入射させるものである。

【0025】3枚のライトバルブ40R・40G・40Bは、何れも反射型液晶素子から構成されており、ライトバルブ40Rが赤色領域用の光シャッターとして、ライトバルブ40Gが緑色領域用の光シャッターとして、ライトバルブ40Bが青色領域用の光シャッターとしてそれぞれ機能するものである。

【0026】ここで、これら3枚のライトバルブ40R・40G・40Bを構成する反射型液晶素子の構造を詳細に説明する。

【0027】図3に示すように、反射型液晶素子は、液晶層18を挟持するように対向して配された、一対の透明基板1・13を有している。図において下側にある透明基板1は、ガラス等からなるもので、その上には、図1に示すように、ベースコート膜2が成膜されている。このベースコート膜2は、透明基板1からの不純物拡散を防止するためのもので、 $Al_2O_3$ や $SiO_2$ 等からなる。

【0028】ベースコート膜2の上には、画素を駆動するアクティブ素子としてのTFT32が形成されている。TFT32においては、ベースコート膜2上に島状にパターンニングされた半導体膜であるポリシリコン膜31を有し、このポリシリコン膜31の上に、 $SiO_2$ からなるゲート絶縁膜6が積層されている。

【0029】上記ゲート絶縁膜6上には、アルミニウムからなるゲート電極7が形成されており、このゲート電極7は、表面が陽極酸化されることで、陽極酸化膜8により被覆されている。

【0030】上記のポリシリコン膜31は、この陽極酸化膜8を含むゲート電極7をマスクとして、リンを注入してN型となっているソース部3及びドレイン部4と、拡散を行っていないチャネル部5とからなる。

【0031】上記ゲート電極7上には、 $SiO_2$ からなる層間絶縁膜9が積層されており、この層間絶縁膜9上には、ポリシリコン膜31のソース部3とコンタクトホール33にて結合されたアルミニウムからなるソース電極10が形成されている。

【0032】これらの上層には、高分子樹脂からなる保護膜11が形成されると共に、この上層には、TFT32のドレイン部4とコンタクトホール34にて結合されたアルミニウムからなる反射画素電極12が形成されている。つまり、反射画素電極12が保護膜11上に形成された構造である。

【0033】反射画素電極12は、反射手段及び画素電極の両機能を備えたもので、部材の兼用に製造工程が減少し製造コストの削減が図れる。また、このような反射画素電極12とすることで、反射手段が透明基板1の液晶層18側に設けられるため、透明基板1の厚みによる視差の問題を回避できると共に、かつ、透明基板1に不透明な基板を用いることも可能となり、設計の自由度が広がるといった利点もある。

【0034】これらTFT32は、図5に示すように、マトリクス状に配置され、ゲート電極7はゲートバスライン19によってゲート駆動用回路20に接続され、また、ソース電極10は、ソースバスライン21によってソース駆動用回路22に接続されている。

【0035】また、図3に示すように、上記透明基板1と対向して配置されるもう一方の透明基板13は、透明基板1と同様にガラス等からなり、その内面に、ITO (Indium Tin Oxide) からなる透明電極14が形成されている。

【0036】そして、これら透明基板1・13には、反射画素電極12或いは透明電極14の上層に、垂直配向性の配向膜15・15がそれぞれ形成されている。透明基板1・13のそれぞれに設けられた配向膜15・15には、図1(a)(b)に示すように、光入射側の透明基板13の配向方向26と光反射側の透明基板1における配向方向25との成す角度が、例えば $60^\circ$ となるように配向処理が施されている。

【0037】これら透明基板1・13は、図3に示すように、基板間寸法を保持するためのスペーサー17を挟持した状態で、基板周辺を覆うシール樹脂16により接着され、基板間には、誘電率異方性が負のネマチック液晶が注入されて液晶層18が形成されている。誘電率異方性が負のネマチック液晶は、液晶分子が電界とは垂直を成す方向に倒れる性質を有している。

【0038】続いて、このような構成の反射型液晶素子の一製造方法を説明する。

【0039】透明基板1として厚さ1 [mm] の石英ガラス基板を用い、この透明基板1上に、まずはベースコート膜2として、スパッタリング法により $Al_2O_3$ 又は $SiO_2$ を100 [nm] 積層する。次に、ポリシリコン膜31として、プラズマCVD法によって、非晶質シリコン膜を膜厚50~150 [nm]、例えば100 [nm] で積層する。そして、これを窒素雰囲気下において、 $600 [^\circ C]$  で熱アニールを行い、多結晶化を行った後、パターンニングを行うことによって島状の半導体層を形成する。

【0040】次いで、この上にスパッタリング法により膜厚100 [nm] の $SiO_2$ 膜をゲート絶縁膜6として成膜する。スパッタリングには、ターゲットとして $SiO_2$ を用い、スパッタリング時の基板温度は $200 \sim 400 [^\circ C]$ 、例えば $350 [^\circ C]$  で、スパッタリング

雰囲気は酸素とアルゴンで、アルゴン/酸素=0~0.5、例えば0.1以下とする。

【0041】引き続き、スパッタリング法によって、厚さ600~800[nm]、例えば600[nm]のアルミニウム(0.1~2[%]のシリコンを含む)を成膜する。なお、上記SiO<sub>2</sub>膜とアルミニウム膜の成膜工程は連続的に行うことが望ましい。

【0042】アルミニウム膜はパターニングして、ゲート電極7を形成し、さらに、このゲート電極7の表面を陽極酸化して、表面に陽極酸化膜8となる酸化物層を形成する。この陽極酸化は、酒石酸が1~5[%]含まれたエチレングリコール溶液で行う。得られた酸化物層の厚さは200[nm]である。この酸化物は、後のイオンドーピング工程において、オフセットゲート領域を形成する厚さとなるため、オフセットゲート領域の長さを陽極酸化工程で決めることができる。

【0043】イオンドーピング法によって、活性領域にゲート電極7とその周囲の酸化層をマスクとして不純物、例えばリンを注入する。ここでは、ドーピングガスとしてフォスフィン(PH<sub>3</sub>)を用い、加速電圧を60~90[kV]、例えば80[kV]とし、ドーズ量は $1 \times 10^{15} \sim 8 \times 10^{15}$  [cm<sup>-2</sup>]、例えば $2 \times 10^{15}$  [cm<sup>-2</sup>]とする。

【0044】次に、窒素雰囲気中450[°C]において熱アニールを行い活性化し、活性領域であるソース部3とドレイン部4を形成する。これら上部に、厚さ600[nm]のSiO<sub>2</sub>膜を層間絶縁膜9としてプラズマCVD法によって形成し、これにソース電極10とp-Siのソース部3をつなぐコンタクトホール33を形成した後、アルミニウムからなるソース電極10を形成する。

【0045】さらに、その上部に高分子樹脂からなる保護膜11を形成する。高分子樹脂にはポリイミド樹脂であるSE-812(日産化学社製)を用い、スピンコート法により膜厚が2[μm]となるように形成し、250[°C]で1時間焼成する。

【0046】次に、TFT32のドレイン部4と反射画素電極12とのコンタクトを取るためのコンタクトホール形成用のレジストパターンを形成し、ドライエッチング法により保護膜をエッチングし、コンタクトホール34を形成した後、スパッタリング法により膜厚が100[nm]となるようにアルミニウム膜を成膜し、パターニングすることで反射画素電極12を形成する。

【0047】また、対向して配置される透明基板13には、厚さ1[mm]の石英ガラスを用い、スパッタリング法により透明電極14となるITOを100[nm]形成する。

【0048】続いて、透明基板1の反射画素電極12、及び透明基板13の透明電極14上に、液晶分子27が基板に対して垂直配向性の配向膜15・15であるJA

LS204(日本合成ゴム社製)を印刷法により、膜厚が10[nm]となるように形成する。配向膜15・15の配向処理はラビング法を用い、透明基板1及び透明基板13のラビング方向は、60°ずらす。

【0049】透明基板1及び透明基板13は、基板間の厚さが1.5[μm]となるようにスペーサー17を散布した後、熱硬化性の接着剤であるシール樹脂16により貼り合わせる。

【0050】液晶には誘電率異方性が負の液晶であるZLI-4788-000(メルク社製)を用い、真空注入法により基板間に注入し、注入口を封止する。再配向は110[°C]のオープンに1[h]投入して行う。これにて、上記の反射型液晶素子が製造される。

【0051】このような反射型液晶素子では、液晶層18に電圧を印加しないとき(電圧無印加)、図6(a)に示すように、液晶分子27は、両側に設けられた配向膜15・15の配向力により各透明基板1・13に対して垂直に配向する。このような配向状態では複屈折は一切発生せず、液晶層内に入射した光はそのまま何の偏光を受けないで反射画素電極12にて反射される。

【0052】一方、液晶層18に電圧を印加すると(電圧印加時)、図6(b)に示すように、液晶分子27は、配向膜15・15の配向方向25・26による配向力にて、透明基板1と透明基板13の間で連続的に60°ねじれながら、各透明基板1・13に対して水平になるように倒れる。このような配向状態では、複屈折が発生し、入射した直線偏光は、液晶層18の通過中に偏光を受け、偏光面が回転した直線偏光となって出射する。

【0053】したがって、このような反射型液晶素子では、光入射側に、偏光素子を配置して反射型液晶表示装置を構成する際、図1(a)に示すように、入射光偏光方向23と出射光検光方向24とが直交した偏光素子30を配設することで、液晶層18への電圧無印加時、何ら偏光を受けなかった光は入射光偏光方向23と出射光検光方向24とが直交した偏光素子30を透過することができず、黒表示となる。特に、液晶分子27は基板界面のものも含めて総て透明基板1・13に対して垂直に配向しているので、偏光素子30の出射光検光軸を通過できる光は一切存在せず、光は完全に遮断されて高い黒レベルとなる。

【0054】一方、電圧印加時は、液晶層18に複屈折が発生し、入射した直線偏光は、液晶層を通過中に偏光を受けて、入射時とは異なる偏光面を有する直線偏光となり偏光素子30の出射光検光軸を透過するものが出てくる。そしてこのときの通過光(反射光)の強度を表す反射率と、両配向膜15・15の各配向方向25・26の成す角の2等分線Lと該偏光素子30の入射光偏光方向23とが成す角度とには、図7に示すような関係がある。尚、(+)表示は、2等分線Lの右回りでなす角を(+)とした場合の左回りでなす角度を示している。

【0055】図7より、反射率は、該角度が $0^{\circ}$ から $90^{\circ}$ までの間で、 $45^{\circ}$ をピークに $0\%$ ～ $93\%$ の間で変化し、これより、該角度を $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ とすることで、十分な反射率がえられ、より好ましくは $45^{\circ}$ とすることであることもわかる。

【0056】したがって、上記の反射型液晶素子では、光入射側に、偏光素子を配置して反射型液晶表示装置を構成する際は、入射光偏光方向23と出射光検光方向24とが直交した偏光素子30を、上記2等分線と入射光偏光方向23とが $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ の角度を成すように配設することで、高い輝度レベルを得ることができる。

【0057】なお、図8に上記反射型液晶素子に偏光素子30を配設してなる反射型液晶表示装置の電圧-反射率特性を示す。このグラフからわかるように、反射率は液晶層18に印加する電圧を可変することで調整できるので、この反射型液晶表示装置では、電圧調整により輝度調整が可能である。なお、図8では、両透明基板1・13の配向方向25・26が成す角度が $60^{\circ}$ の上記反射型液晶素子を用いた反射型液晶表示装置の電圧-反射率特性と共に、該角度が $30^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ の反射型液晶素子を用いた反射型液晶表示装置の電圧-反射率特性も併せて示す(但し、 $90^{\circ}$ の該特性は $60^{\circ}$ の該特性にほぼ一致)。

【0058】本実施の形態の液晶プロジェクター装置では、このような反射型液晶表示装置の構成を、3枚の各ライトバルブ40R・40G・40Bと、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交する偏光素子としての偏光ビームスプリッタ43とで実現している。

【0059】上記の液晶プロジェクター装置による画像表示を簡単に説明すると、図2(a)に示すように、光源44から出射した光は、偏光ビームスプリッタ43に入射し、P偏光成分はそのまま通過し、S偏光成分のみがダイクロイックミラーシステム42に入射する。ダイクロイックミラーシステム42に入射したS偏光成分は、赤色領域成分、緑色領域成分、及び青色領域成分に分離され、それぞれ赤色領域用のライトバルブ40R、緑色領域用のライトバルブ40G、及び青色領域用のライトバルブ40BにS偏光成分として入射する。

【0060】各ライトバルブ40R・40G・40Bの液晶層18に電圧が印加されていない場合、図2(a)に示すように、S偏光成分はライトバルブ40R・40G・40B内のそれぞれの反射画素電極12によりS偏光成分のまま反射され、S偏光成分として再び偏光ビームスプリッタ43に到達し反射される。このため光はスクリーン46には届かず黒表示となる。

【0061】一方、各ライトバルブ40R・40G・40Bの液晶層18に電圧が印加されている場合は、図2(b)に示すように、S偏光成分はライトバルブ40R・40G・40B内の液晶層18を通過する際にP偏光成分に変化しながら、それぞれの反射画素電極12によ

りP偏光成分として反射されて出射し、再び偏光ビームスプリッタ43に到達する。このときP偏光成分は偏光ビームスプリッタ43を透過するため、そのまま投影レンズ45を透過し、スクリーン46に投影される。

【0062】なお、上記の説明ではライトバルブ40R・40G・40Bの液晶層18全体に電圧印加した状態と電圧を印加しない状態とで説明したが、これを各画素毎に当てはめる、即ち、3つのライトバルブ40R・40G・40Bに対してそれぞれの書き込み情報に応じて前述のTFT32のゲート電極7をゲートバスライン19を介して入力されるゲート信号を基にON/OFF制御し、ゲート電極7がONした反射画素電極12にのみソースバスライン21より入力される情報をソース電極3を介して書き込み、その部分の液晶層18に電圧を印加することで、任意の表示が可能となり、フルカラー表示が可能となる。

【0063】そしてこの時、赤(650nm)、緑(589nm)、青(480nm)の各波長には図9に示すような電圧-反射率特性があるため、赤色領域用、緑色領域用、青色領域用の各ライトバルブ40R・40G・40Bにおいて、それぞれの色の階調を電圧調整(γ補正)して投影することにより、色ムラのない、コントラスト比が1000:1もの高コントラストな表示を得ることができる。

【0064】以上のように、本実施の形態の液晶プロジェクター装置では、ライトバルブ40R・40G・40Bとして、液晶層18が負の誘電率異方性を有する液晶からなり、2枚の透明基板1・13には、電圧無印加時に液晶分子27を基板表面に対して垂直配向させる一方、電圧印加時に液晶層18をねじれ配向させる配向膜15が形成された反射型液晶素子が用いられ、これらライトバルブ40R・40G・40Bに対して、偏光ビームスプリッタ43が、2枚の透明基板1・13の各配向方向25・26が成す角の2等分線と該ビームスプリッタ43の入射光偏光方向とが $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ の角度を成すように配設されている。

【0065】これにより、高い黒レベルと高い輝度レベルとによりコントラストを従来に比べて高くでき、かつ、GHモードのように液晶層内で直接光を吸収することはないので、液晶層の劣化を最小限に押えることができ、その結果、高コントラストの優れた表示特性、並びに光による劣化に強い高信頼性の液晶プロジェクター装置を実現できる。

【0066】なお、上記の実施の形態では、2枚の透明基板1・13における配向膜15・15の各配向方向25・26が成す角度を $60^{\circ}$ とした例を挙げたが、 $30^{\circ}$ や $90^{\circ}$ としてもよく、高い輝度レベルが得られる値であればよい。

【0067】また、ここでは本発明の反射型液晶表示装置を液晶プロジェクター装置に適用した構成を例示した

が、その用途は液晶プロジェクター装置に限定されるものではない。

【0068】また、液晶層18を構成する液晶に微量のカイラルドーパントを混入させることで、液晶分子27のねじれ配向性が向上し、安定した液晶分子配向を得ることができる。

【0069】

【発明の効果】本発明の請求項1に記載の反射型液晶表示装置は、上記液晶層が、負の誘電率異方性を有する液晶からなり、かつ、上記2枚の基板の各対向面には、電圧無印加時に液晶分子を基板表面に対して垂直配向させる一方、電圧印加時に液晶分子をねじれ配向させる配向層が設けられ、さらに、上記2枚の基板のうちの反射手段を備えていない方の基板の光入射側に、入射光偏光方向と出射光検光方向とが直交した偏光素子が、上記両配向層の液晶分子をねじれ配向させる各配向方向の成す角の2等分線と該偏光素子の入射光偏光方向とが $40^\circ \sim 50^\circ$ の角度を成すように配設されている構成である。

【0070】これにより、高い黒レベルと高い輝度レベルとが得られると共に、光による液晶層の劣化も受け難い。その結果、高コントラストで優れた表示特性を有し、かつ、高い信頼性も有する反射型液晶表示装置を提供できるという効果を奏する。

【0071】本発明の請求項2に記載の反射型液晶表示装置は、請求項1の構成において、上記2等分線と上記入射光偏光方向との成す角度が $45^\circ$ である構成であるので、輝度レベルを最も高くしてコントラストをさらに高くできるという効果を奏する。

【0072】本発明の請求項3に記載の反射型液晶表示装置は、請求項1の構成において、上記反射手段が、液晶層に電圧を印加するための電極機能も有する反射電極として形成されている構成であるので、反射手段が反射側基板の外側に設けられていた場合のような視差による問題を回避できると共に、反射側の基板として不透明基板を用いることもでき、また、部材の兼用により製造コストの低減も図れるなどの効果を併せて奏する。

【0073】本発明の請求項4に記載の反射型液晶表示装置は、請求項1の構成において、上記液晶層を形成する液晶にカイラルドーパントが含有されている構成であるので、液晶分子のねじれ配向性が向上し、安定した液晶分子配向を得ることができるという効果を併せて奏する。

【0074】本発明の請求項5に記載の液晶プロジェクター装置は、以上のように、偏光素子に偏光ビームスプリッタを用いてなる請求項1記載の反射型液晶表示装置をライトバルブとして備えている構成である。

【0075】請求項1に記載の反射型液晶表示装置は、光による劣化に強いので、このような反射型液晶表示装置をライトバルブとして用いた液晶プロジェクター装置は、信頼性が高く、かつ、高コントラストであるので、

優れた表示特性を有する。その結果、高コントラストで優れた表示特性を有し、かつ、高い信頼性も有する液晶プロジェクター装置を提供できるという効果を奏する。

【0076】本発明の請求項6に記載の液晶プロジェクター装置は、請求項5の構成において、赤色領域光源用、緑色領域光源用、及び青色領域光源用に3枚のライトバルブが配置されている構成であるので、これにより、請求項5の構成による効果に加えて、スクリーンにフルカラー画像を表示することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る液晶プロジェクター装置に備えられるライトバルブをなす反射型液晶素子の配向方向と、該反射型液晶素子上に配される偏光素子の入射光偏光方向と出射光検光方向との関係を示す説明図である。

【図2】上記液晶プロジェクター装置の構成を示す模式図である。

【図3】上記反射型液晶素子の断面図である。

【図4】上記反射型液晶素子に設けられたアクティブ素子の構成を示す断面図である。

【図5】上記アクティブ素子の配列を示す平面図である。

【図6】上記反射型液晶素子の液晶層への電圧印加の有無による液晶分子の配向状態を説明するための模式図である。

【図7】上記反射型液晶素子における両基板の配向方向のなす角度の2等分線と、偏光素子の入射光偏光方向とがなす角度と反射率の関係を示すグラフである。

【図8】上記反射型液晶素子と偏光素子とからなる反射型液晶表示装置における電圧と反射率との関係を示すグラフである。

【図9】上記反射型液晶素子と偏光素子とからなる反射型液晶表示装置における波長に依存した電圧と反射率との関係を示すグラフである。

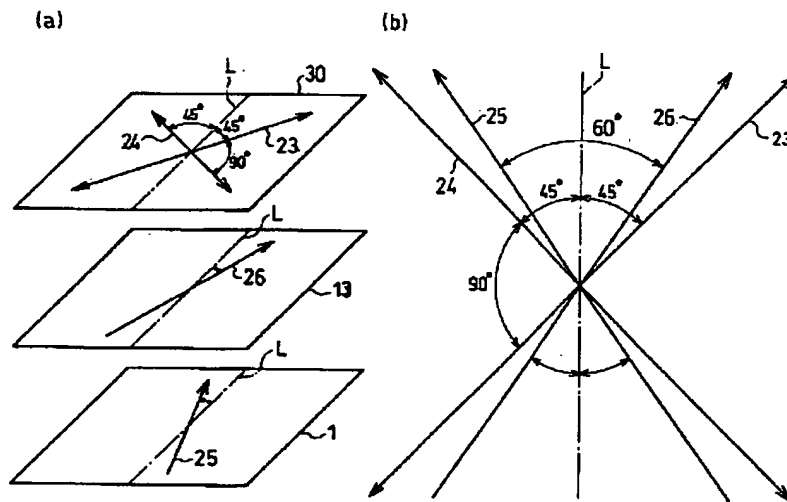
【符号の説明】

- |     |                      |
|-----|----------------------|
| 1   | 透明基板（基板）             |
| 12  | 反射画素電極（反射電極、反射手段）    |
| 13  | 透明基板（基板）             |
| 14  | 透明電極                 |
| 15  | 配向膜（配向層）             |
| 18  | 液晶層                  |
| 23  | 入射光偏光方向              |
| 24  | 出射光検光方向              |
| 25  | 反射側基板の配向方向           |
| 26  | 入射側基板の配向方向           |
| 30  | 偏光素子                 |
| 32  | TFT                  |
| 43  | 偏光ビームスプリッタ（偏光素子）     |
| 40R | 赤色領域用のライトバルブ（ライトバルブ） |

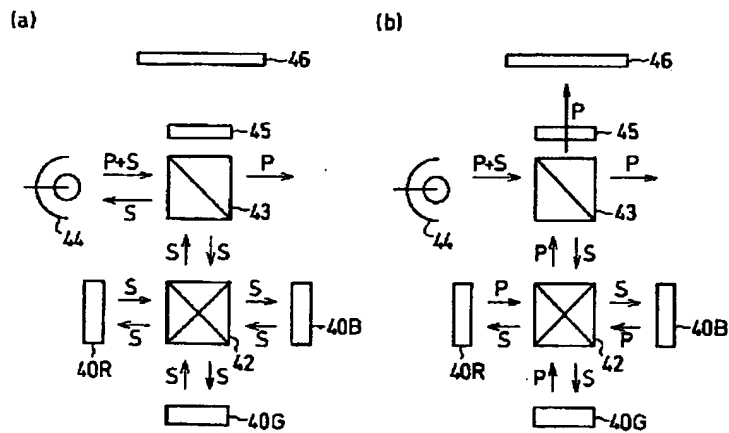


- 40G 緑色領域用のライトバルブ (ライトバルブ)      L      2等分線  
 40B 青色領域用のライトバルブ (ライトバルブ)

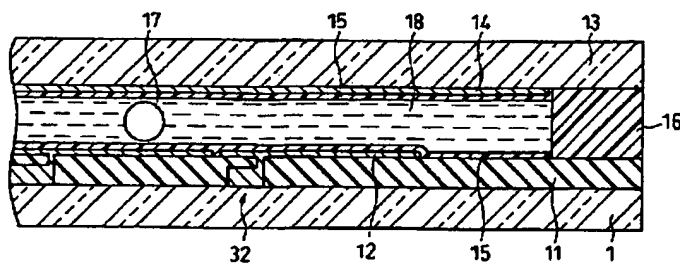
【図1】



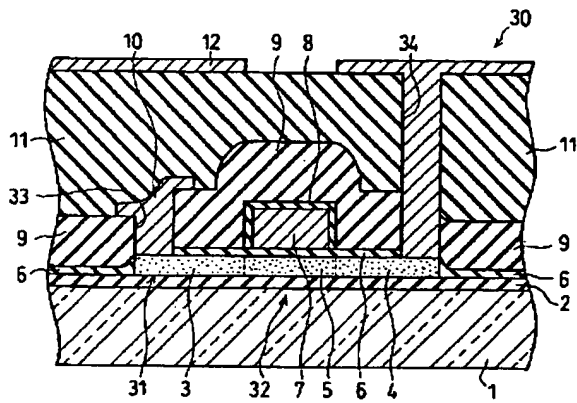
【図2】



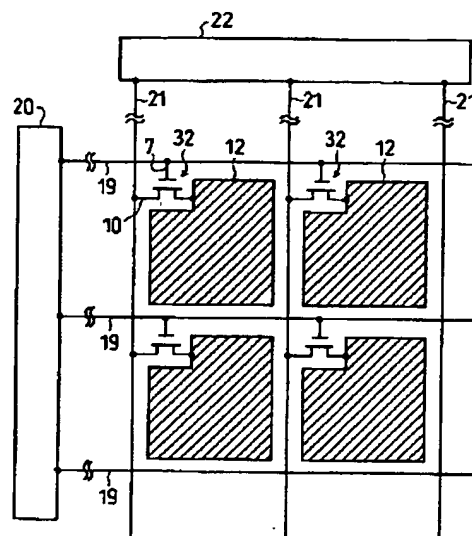
【図3】



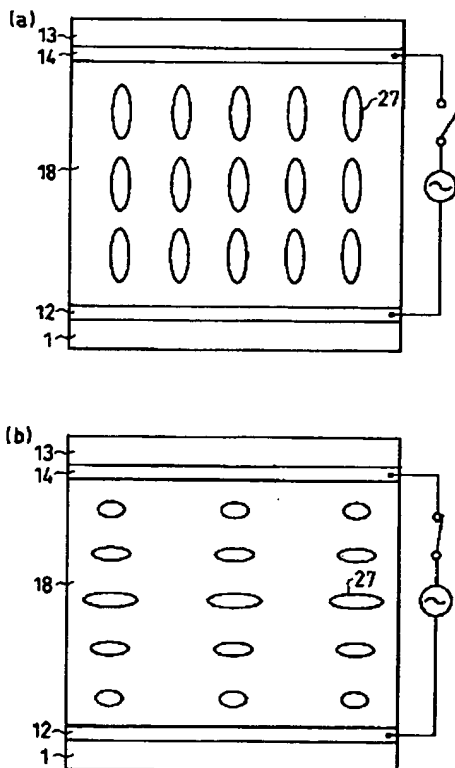
【図4】



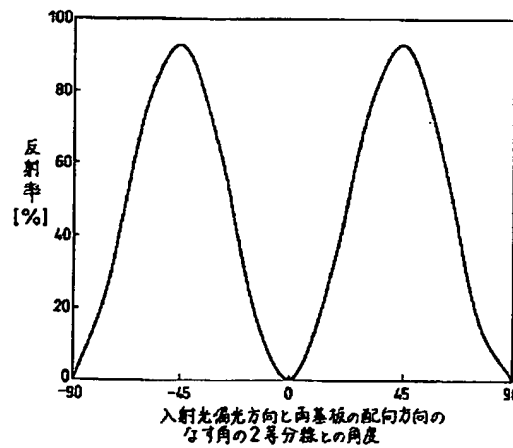
【図5】



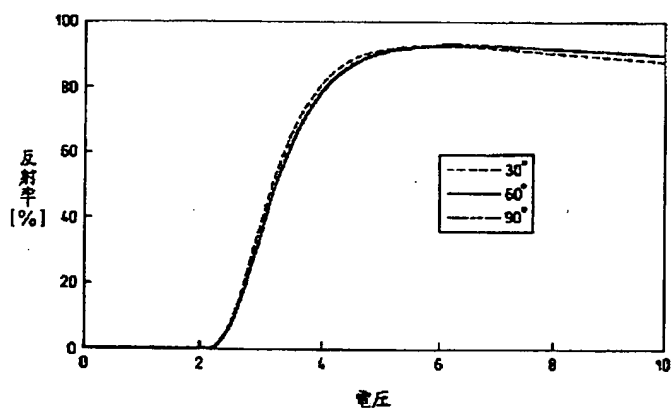
【図6】



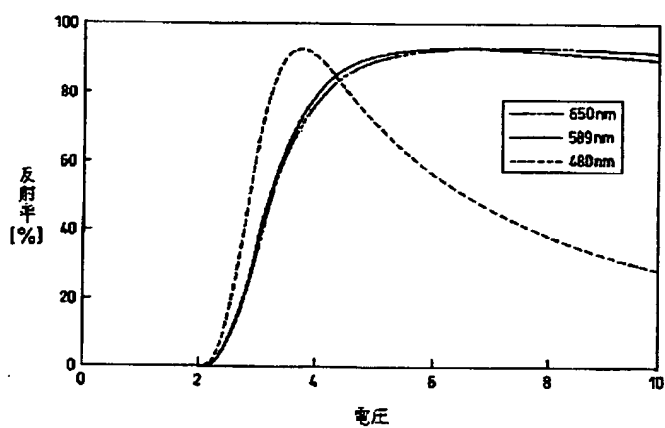
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G02F 1/137

識別記号

500

FI

G02F 1/137

500